

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①2 Offenlegungsschrift
①1 DE 37 39 333 A 1

⑥1 Int. Cl. 4:
H05K 13/04
B 23 K 26/00

②1 Aktenzeichen: P 37 39 333.2
②2 Anmeldetag: 20. 11. 87
④3 Offenlegungstag: 1. 6. 89

DE 37 39 333 A 1

⑦1 Anmelder:

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8012
Ottofurt, DE

⑥2 Teil in: P 37 44 764.5

⑦2 Erfinder:

Möller, Werner, Dipl.-Chem. Dr., 7900 Ulm, DE;
Knödler, Dieter, Dipl.-Ing., 7321 Eschenbach, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zur Herstellung von Klebeverbindungen mittels Laser

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum temperaturgesteuerten Laserkleben, z. B. Chip-Bonden und Die-Bonden mit Schmelzklebern, bei dem die Halbleiter-Chips vor dem Vereinzeln, d. h. der Wafer mit beständigem, bei Raumtemperatur harten Schmelzkleber dünn beschichtet wird, die einzelnen Chips mit einer automatischen Bestückungsanlage (Epoxy-Die-Bonder) positioniert und im folgenden Takt »on-line« mit einem temperaturgesteuerten Nd:YAG-Laser über Glasfaserkabel gebondet werden. Ferner wird die Schnellverklebung bzw. Härtung von großflächigen Leichtstrukturen mittels Laser-Punkt- oder -Nahtkleben beschrieben. Anhand von Ausführungsbeispielen wird das Verfahren erläutert und dessen Vorteilhaftigkeit durch Diagramme in der Zeichnung nachgewiesen.

DE 37 39 333 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum temperaturgesteuerten Chip-Kleben bzw. Die-Bonden gemäß dem Gattungsbegriff des Anspruchs 1.

Durch die Anmelderin ist ein Verfahren zum Mikrolöten bekanntgeworden, bei dem mit Hilfe eines Nd:YAG-Lasers eine Lötstelle und das darauf aufzubringende Lot erhitzt wird und die Wärmeabstrahlung der erhitzten Lotstelle mit einem Infrarotdetektor gemessen und aus dem Meßsignal die beim Erreichen des Lotschmelzpunktes entstehende Unstetigkeit ermittelt und der Erhitzungsvorgang für die Lötstelle abgebrochen wird. Hiermit werden elektronische Mikrobauteile, insbesondere in Form oberflächenmontierter Schaltungen, Chips und IC-Elemente mittels des Laserstrahls zeit- und temperaturgesteuert, unter Ausnützung der Durchlässigkeit der üblichen Mikroelektronik- oder Keramiksubstrate für Laserlicht, durch ein Substrat hindurch, also auch von der Rückseite her verlötet bzw. gebondet. Durch dieses Verfahren werden die bisher beim Chip-Verlöten aufgetretenen Probleme gelöst.

Weiterhin ist es bekannt, die Chips zu kleben oder mittels Epoxy-Die-Bonden aufzubringen. Jedoch muß hier der Kleber in nasser Form aufgetragen und in mehreren Stunden ausgehärtet werden. Dies führt jedoch dazu, daß sich die Chips leicht verschieben oder gar ablösen. Außerdem können sie nicht "on-line" fixiert werden. Die geklebten Chipverbindungen haben ebenso wie die Lötverbindungen relativ hohe Schichtdicken im Bereich von ca. 50 µm. Außerdem sind sie häufig nicht porenfrei, so daß sie dann einen hohen Wärmewiderstand bzw. hohe Betriebstemperaturen aufweisen.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art zu schaffen, mit dem nicht nur die Nachteile des Standes der Technik beseitigt werden, sondern eine schnelle "on-line-Bondung" gewährleistet ist, also die bisher stundenlange Aufheiz- und Bondzeit extrem reduziert wird, und weiterhin großflächige Strukturen komplexer Art oder aus Folien berührungslos geklebt werden können.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 bzw. Anspruch 2 aufgezeigten Maßnahmen gelöst. In den Unteransprüchen sind Ausgestaltungen und Weiterbildungen angegeben und in der nachfolgenden Beschreibung ist das Verfahren an Ausführungsbeispielen erläutert. Die Figuren der Zeichnung ergänzen die Erläuterungen der Beschreibung. Es zeigen:

Fig. 1 eine Ansicht eines nach der Erfindung modifizierten Laser-Chipbond-Apparates,

Fig. 2 ein Temperatur-Zeit-Diagramm beim Chip-Bonden mit Kleber Araldit AV 8,

Fig. 3 ein Temperatur-Zeit-Diagramm beim Chip-Bonden mit thermoplastischer Polyamidfolie Pi-A, bei 2 W Laserstrahlung,

Fig. 4 ein Temperatur-Zeit-Diagramm beim Chip-Bonden mit leitendem Schmelzkleber.

Das vorgeschlagene Verfahren zum Laser-Chipbonden mit Schmelzklebern sieht vor, daß die sogenannten Wafer rückseitig in einer Lackschleudernanlage mit einer Schmelzkleber-Lösung bzw. mit einem Klebelack beschichtet oder mit einer Folienbügelanlage mittels einer Klebefolie kaschiert werden. Anschließend werden die Wafer wie üblich zersägt und die einzelnen Chips getrocknet. Als Klebefolie eignen sich die neuartigen feuchtebeständigen, thermoplastischen Polyimidfolien.

In einem anderen Verfahrens-Ausführungsbeispiel wird vorgeschlagen einen der bekannten hochreinen,

sehr schnell härtenden Epoxidharz-Schmelzkleber zu verwenden. Diese Kleber zeichnen sich ungehärtet durch eine starke Thermoplastizität, gehärtet durch hohe Warmfestigkeit und hohe Haftung, durch Konstanz der Eigenschaftswerte, durch eine hohe Dauerwärmebeständigkeit bis 200°C, Feuchtebeständigkeit und Indifferenz gegenüber den bekannten Schaltungskomponenten aus. Ein Ausgasen tritt nicht auf.

Die oben erwähnten vereinzelt Chips werden mit einer Bestückungsanlage, wie sie als Die-Bonder üblich ist, aufgebracht, wobei allerdings anstelle eines Klebestempels ein Laserkopf angeordnet und über ein Glasfaserkabel mit einem Nd:YAG-Laser verbunden ist. Der Nd:YAG-Laser befindet sich an der Stelle der Epoxidharz-Aufbereitungsanlage.

Die Chips werden nun im Takt gleichzeitig vom Wafer abgehoben und paarig mit dem Laser fixiert. Die Fig. 1 der Zeichnung veranschaulicht eine solche Anlage, in der mit dem vorgeschlagenen Verfahren vor allem große Stückzahlen verarbeitet werden können. Die Schaltungen mit den Chips werden "on-line" weiterverarbeitet und die Gehäuse sofort verdeckelt bzw. die Chips hermetisch verschlossen. Durch die nur 5 – 10 µm dünnen Klebe- bzw. Folienschichten werden gute Wärmeübergangswiderstände erzielt. Die Fig. 2 zeigt den Temperatur-Zeit-Verlauf einer heißhärtenden Chip-Laserverklebung mit spez. Epoxidharz.

Es hat sich gezeigt, daß bei Verwendung thermoplastischer Schmelzkleber Taktzeiten von ca. nur 0,5 sec ermöglicht werden und bei Verwendung von duroplastischen Klebern, z. B. spezielle Prepregs aus Epoxidharz-Silber-Glasgewebefolien, Taktzeiten von nur 5 sec. Zweifelsfrei liegt somit ein äußerst schonendes Verfahren vor, bei dem die Bearbeitungszeiten von Stunden extrem stark auf 0,5 bis max. 5 sec. reduziert worden sind.

Sollen nun temperaturgesteuerte Laser-Schnellverklebungen von dünnwandigen, großflächigen, metallischen Leichtstrukturen mit warmhärtenden Spezialklebern hoher Haftung, Dauerfestigkeit, Dauerwärme- und Hitzebeständigkeit verarbeitet werden, so wird gemäß dem vorgeschlagenen Verfahren eine temperaturgesteuerte und rechnerkontrollierte punkt- oder nahtförmige Heißverklebung durchgeführt. Hierbei wird ein mobiler Nd:YAG-Laser mit einer beweglichen Glasfaser-Strahlführung und ein IR-Temperatursensor sehr kurzer Ansprechzeit eingesetzt, der gewährleistet, daß der Laser in programmierter Weise abgeschaltet wird, sobald der Schmelz- und Härtungsvorgang des Klebers erfolgt und damit die charakteristische Änderung der Aufheizrate bzw. der Temperaturgradient auftritt. Gemäß der ausgewählten Materialkombination wird die Strahlungsleistung des Lasers so vorgegeben, daß die erforderliche Prozeßzeit — im allgemeinen zwischen 0,1 und 5 sec. — erreicht und genau eingehalten wird. Hierzu erfolgt die IR-Detektor- bzw. Temperaturmessung in einem 0,01 sec.-Takt und die Temperaturgradienten werden aufgrund dieser Detektorsignale über einen schnellen Tischrechner ermittelt. Beim Klebevorgang selbst tritt eine Unstetigkeit im T/t-Verlauf auf, die als Abschaltpunkt für den Laser herangezogen wird. Nachstehend sollen einige Anwendungsbeispiele erläutert werden, in denen das hier vorgeschlagene Verfahren sehr vorteilhaft anwendbar ist.

Großflächige Strukturen aus Metallfolien oder dünnen Blechen lassen sich bisher nicht berührungslos und nur mit kostspieligen, nicht hitzebeständigen Cyanoacrylatklebern vor Ort verkleben. Schweißverfahren

sind für diese Anwendung nicht einsetzbar. Zudem erfordern großflächige Leichtstruktur-Verklebungen mit Epoxidharz- oder Polyimideklebern große Härtingsöfen und aufwendige Vorrichtungen. Das vorgeschlagene Verfahren ermöglicht nun, daß mit handelsüblichen Warm-Klebern eine Heißverklebung mit einem Nd:YAG-Laser in 3 bis 5 sec durchzuführen ist, und zwar so, daß mit Hilfe der Differentialthermographie keine restliche Reaktivität bzw. Härtingsenthalpie mehr nachweisbar ist.

Bei einem anderen Anwendungsfall sollen großflächige, komplexe Strukturen warmverklebt werden, ohne daß sich die Positionierung bzw. die eng tolerierten Strukturdimensionen verändern. Bisher stehen nur Schmelzkleber zur Verfügung, die heiß mit dem Füge-material verklebt werden. Dies erfordert nicht nur spezielle Kleber, sondern auch spezielle, gesonderte Vorrichtungen. Bei dem vorgeschlagenen Verfahren werden die Folien mit einem normalen Schmelzkleber bestrichen, miteinander überlappt und punktweise mit dem Laser verklebt, ohne daß eine Zersetzung auftritt. Die Struktur ist stabil, so daß die Warmhärtung oder Raumtemperaturhärtung anschließend langsam erfolgen kann. In den Fällen, in denen der Kleber gegen Feuchtigkeit geschützt werden muß, wird nicht punktförmig, sondern nahtförmig am Fugenrand gehärtet.

Ein weiterer Anwendungsfall ist bei dünnwandigen, dimensionsgenauen Leichtstrukturen gegeben. Diese Leichtstrukturen erfordern eine gewisse Steifigkeit und sind bei dünnen Metallblechen deshalb mit Sicken, Verstrebungen und ähnlichen Versteifung bietenden Ausführungsformen versehen. Nun fordern jedoch beispielsweise faserverstärkte Verschalungen eine bestimmte Mindeststärke, wenn enge Toleranzen in den Dimensionen verlangt werden. Bei Dünnblechstrukturen ist die Korrosion, insbesondere bei Wärme-, Luft- und Chemikalieneinwirkung problematisch, deshalb sind hier dünne Bleche interessant, die mit thermoplastischen, härtbaren Polyimidfölien kaschiert sind. Hierzu werden die kaschierten Blechstrukturen mit dem Laser so erhitzt, daß eine Härtung an den Fugen bzw. den Nahtstellen erfolgt.

Die Laser-Schnellverklebungen sind dimensionsgenau und nur oberflächennah, so daß auch thermisch empfindliche Geräte, Elektroniken etc. ohne Belastung verpackt bzw. verschalt werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von Klebeverbindungen mittels Laser, wobei die Chips mittels eines Klebers in einer automatischen Bestückungsanlage auf das Schaltungssubstrat geklebt und "on-line" fixiert werden und die Wärmeabstrahlung des erhitzten Lotes gemessen und aus dem Meßsignal die beim Erreichen des Schmelzpunktes des Lotes entstehende Unstetigkeit ermittelt wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Wafer rückseitig in einer Lackschleudieranlage mit einer Schmelzkleber-Lösung oder einem Kleberlack beschichtet, in an sich bekannter Weise zersägt und die vereinzelt Chips dann getrocknet und anschließend diese vereinzelt Chips im folgenden Takt "on line" mittels eines temperaturgesteuerten Nd:YAG-Lasers gehärtet bzw. gebondet werden.

2. Verfahren zur temperaturgesteuerten Schnellverklebung von dünnwandigen, großflächigen Strukturen aus Folien, dünnen Blechen oder kom-

plexen Strukturen, dadurch gekennzeichnet, daß die Folien etc. mit einem Warmkleber bestrichen und miteinander überlappt einer temperaturgesteuerten und rechnerkontrollierten punkt- oder nahtförmigen Heißverklebung mittels eines mobilen Nd:YAGLasers mit beweglicher Glasfaser-Strahlführung unterworfen werden, wobei ein IR-Temperaturdetektor sehr kurzer Ansprechzeit in programmierter Weise den Laser abschaltet.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wafer rückseitig mit einer feuchtebeständigen, thermoplastischen, härtbaren Polyimidfölie kaschiert, anschließend gesägt und die Chips vereinzelt auf einem Die-Bonder positioniert, temperaturgesteuert mit dem Laser aufgeklebt und gehärtet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wafer mit einem schnellhärtenden Epoxidharz-Schmelzkleber beschichtet werden.

5. Verfahren nach den Ansprüchen 1, 3, oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Taktzeiten für thermoplastische Schmelzkleber mit ca. 0,5 sec. und bei duroplastischen Klebern mit ca. 5 sec. angesetzt werden.

6. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsleistung des Lasers für die jeweilige Materialkombination so vorgegeben wird, daß die Prozeßzeiten zwischen 0,1 und 5 sec. liegen.

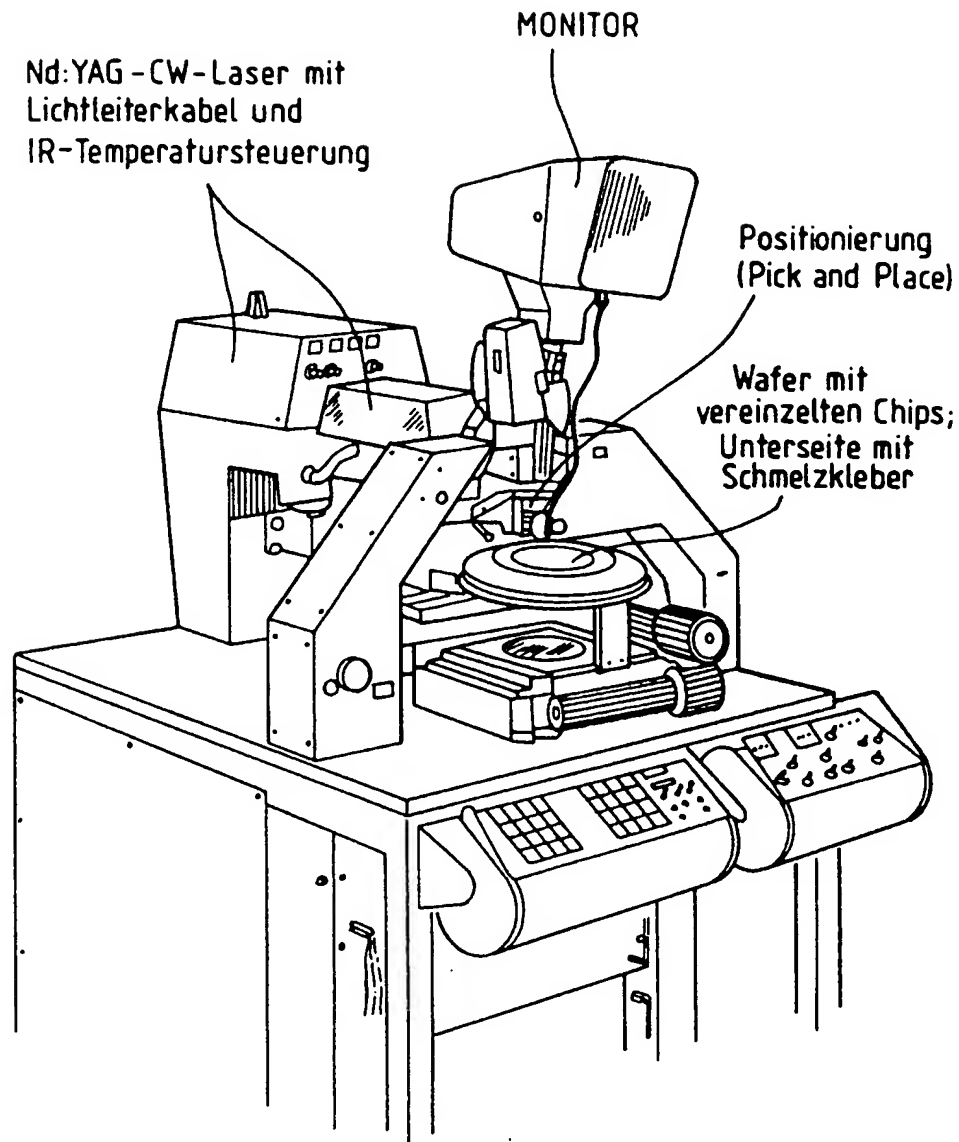
7. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der IR-Detektor seine Temperaturmeßsignale im Takt von 0,5 – 50 ms abgibt.

Nummer:
Int. Cl.4:
Anmeldetag:
Offenlegungstag:

37 39 333
H 05 K 13/04
20. November 1987
1. Juni 1989

3739333

FIG. 1



3739333

9

FIG. 2

15W/5s TEMPERATUR / ZEIT VERLAUF EINER
CHIP-LASERVERKLEBUNG MIT EPOXIDHARZ

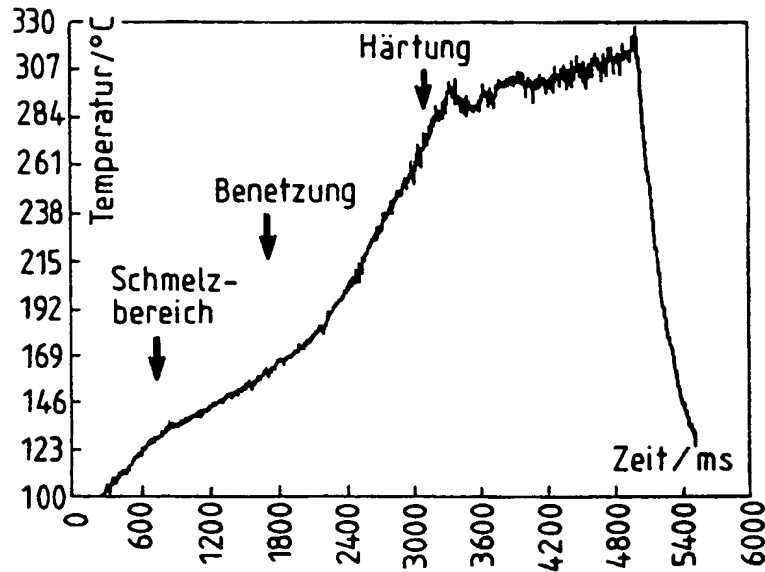
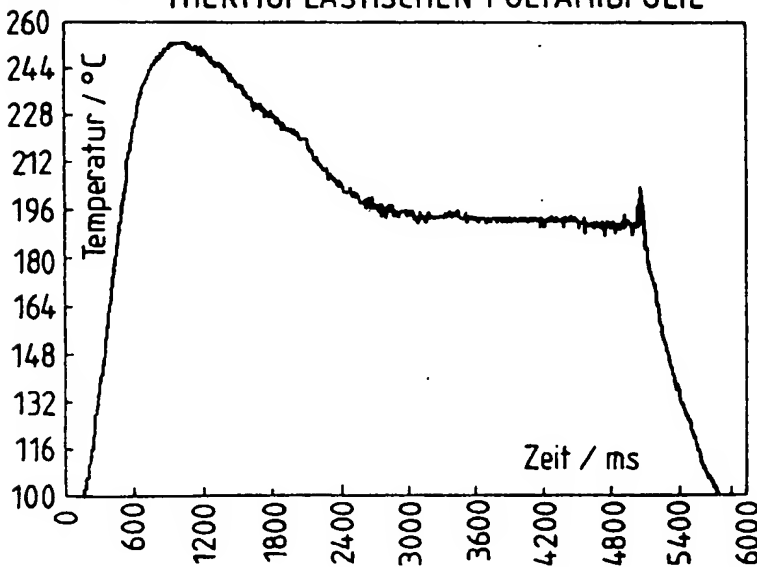


FIG. 3

2W / 5s TEMP./ZEIT VERLAUF EINER CHIP-LASER-
VERKLEBUNG MIT EINER
Pi-A-Fol THERMOPLASTISCHEN POLYAMIDFOLIE



3739333

10*

FIG. 4

15 W 3sec

